

教育部 109 年度中小學科學教育計畫專案

期末報告大綱

計畫編號：1-2

計畫名稱：發展融入多重表徵的 5E 探究式科學素養導向教材之研究(2/3)

主持人：張英琦

執行單位：南投縣立延和國民中學

一、計畫目的及內容：

為提升本校自然科領域整體之科學素養教學能力，進而培養學生科學素養，本計畫組成校內自然科領域教師實務社群，以科學素養導向教學為共同目標，透過共學共同發展科學素養導向教材，將發展的教材實際應用於教學現場，希冀此教材能夠提升學生科學素養表現。是以，本年度計畫之研究目的在於修正並推廣上一年度計畫所發展的力與壓力教材，並持續運作教師實務社群，以溫度與熱單元為例，再發展一套新的科學素養導向教材，讓社群內成員皆能夠具備更專業的科學素養導向之教材發展與教學能力。

此外，為了將本計畫提升科學素養導向教學及培養學生科學素養之目的與想法傳達給全校師生，本計畫社群成員在執行計畫過程中也將辦理全校性的科學闖關活動，除了社群內教師能夠將教材發展中的活動融入科學闖關外，也邀請所有自然領域內的教師、以及科技領域的教師共同參與。

基於上述，本計畫具體內容如下：

- 1、以溫度與熱單元為例，發展一套全新的融入多重表徵之 5E 探究式科學素養導向教材。
- 2、實施溫度與熱科學素養導向教學，並探討其對學生科學素養表現的影響。
- 3、依據上年度研究發現與結論，修改力與壓力單元教材，並以此實施教學。

- 4、以本計畫教材發展過程中討論到的活動為主，辦理兩場校內大型科學闖關活動。

二、研究方法及步驟：

(一) 研究方法：

為探討本計畫所發展之融入多重表徵的 5E 探究式科學素養導向教材對學生科學素養表現的影響，本計畫採單組前後測的研究方式，選取三個班級共 68 人進行教學，並在教學前與教學後實施科學素養前後測。透過比較科學素養前後測表現，探討本計畫發展之教材對學生科學素養表現的影響。

(二) 研究步驟

研究步驟如圖 2-1 所示，說明如下：

1、成立教師實務社群

成立先組成之自然領域教師實務社群，並期許更多自然科教師加入。

2、教師實務社群共學

定期辦理社群會議進行文獻閱讀與分享、參與研習/研討會、教材設計分享與討論，以及邀請專家學者給予指導等方式，提升教師實務社群成員發展科學素養導校教材與進行科學素養導向教學的能力。

3、共同發展科學素養導向教材

延續上一年度計畫中的力與壓力教材、科學素養評量外，以溫度與熱單元為例，發展一套全新的科學素養導向教材。

4、教學、測驗與資料收集

此階段除了以本研究發展的教材進行教學外，亦在教學前與教學後進行科學素養前後測。

5、資料分析與撰寫研究報告

以兼採量與質的資料收集與分析，撰寫研究報告。

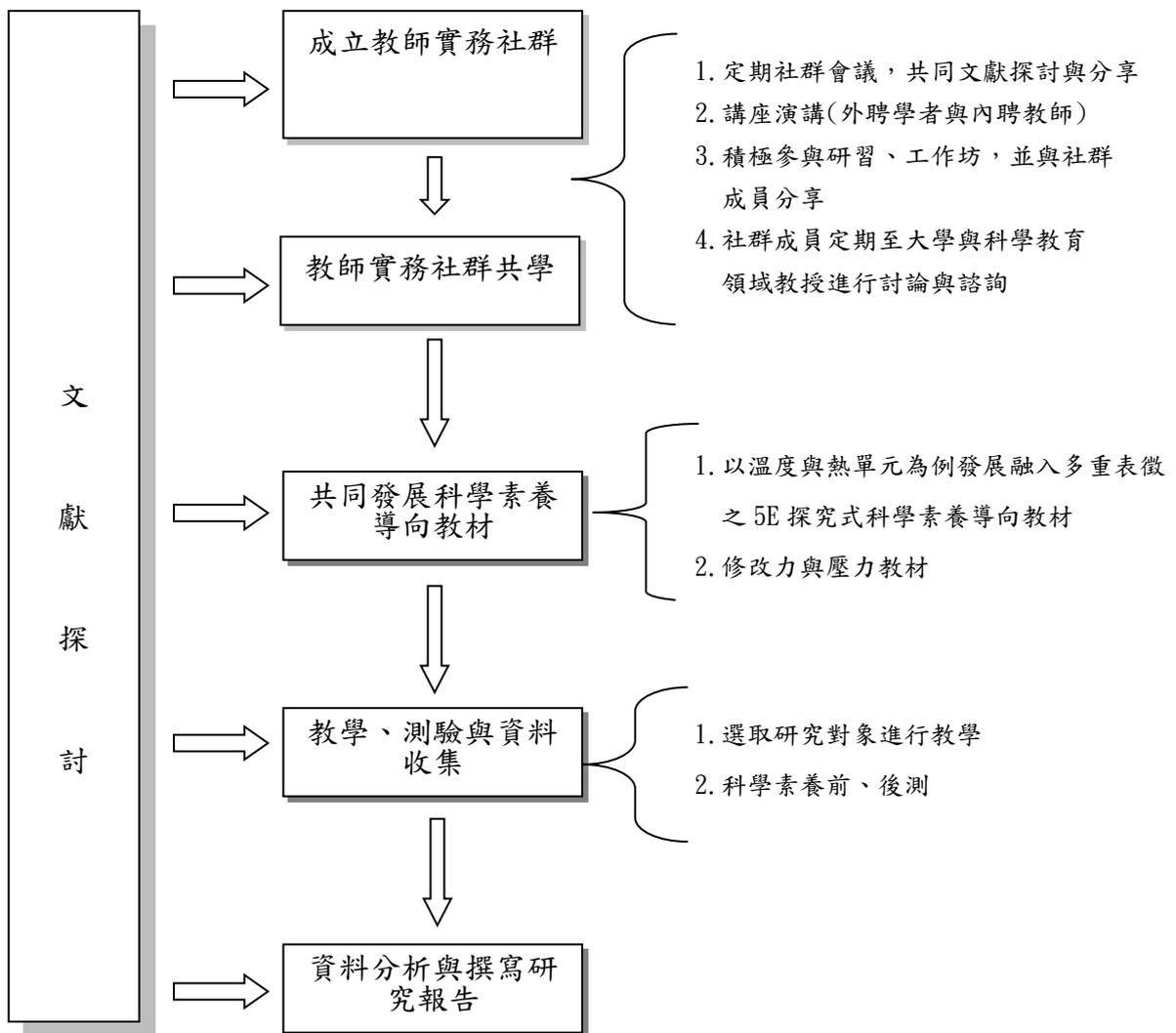


圖 2-1：研究流程圖

三、目前研究成果：

(一) 社群運作成果

1、組成教師實務社群，包括計畫主持人、共同主持人，以及 3 位教師共五人。並商請彰師大物理教育領域教授帶領的科教團隊作為專家諮詢。

2、已召開 11 次社群會議，社群會議除針對本計畫教材發展討論外，同時逐漸將社群執行的事項擴展到整個自然領域。

| 社群會議 | 會議日期 | 討論主題 |
|--------|------------|------------------------------|
| 第一次會議 | 2020/08/27 | 主持人說明本學年度計畫內容與要點 |
| 第二次會議 | 2020/09/18 | 文獻討論(科學素養、五E、多重表徵與表徵轉譯) |
| 第三次會議 | 2020/10/07 | 文獻討論/寒假舉辦科學日事宜討論 |
| 第四次會議 | 2020/10/27 | 文獻討論/上學年度計畫成果討論 |
| 第五次會議 | 2020/11/06 | 溫度與熱活動單設計討論 |
| 第六次會議 | 12/11 | 溫度與熱活動單討論與修改 |
| 第七次會議 | 2021/01/05 | 辦理全校性科學闖關事宜(1) |
| 第八次會議 | 2021/01/20 | 辦理全校性科學闖關事宜(2) |
| 第九次會議 | 2021/03/12 | 力與壓力單元教材修改討論 |
| 第十次會議 | 2021/04/02 | 力與壓力單元教材修改討論 |
| 第十一次會議 | 2021/05/13 | 配合課程計畫，討論如何將發展的活動併入校定彈性內課程計畫 |

3、社群內成員參與研習或研討會累計 19 人次，並能與其他成員分享。

| 日期 | 參加者 | 地點 | 主題 |
|-----------|---------------------------|-------------|-------------------------------|
| 109/10/16 | 張英琦 莊嘉平 | 南投縣 漳興國小 | 南投縣109學年度教師專業發展初任社群召集人增能研習 |
| 109/10/27 | 張英琦、李曉雯 謝志昌、莊嘉平 高逸珽 | 南投縣 延和國中 | 國教輔導團自然領域到校座談(延和國中場) |
| 109/11/24 | 莊嘉平 | 彰化市 彰師大 | 低 loading 的素養導向教學設計-從創客到創課 |
| 109/12/1 | 張英琦 李曉雯 | 南投縣 宏仁國中 | 素養導向教學設計、教材與命題工作坊-自然 |
| 109/12/5 | 莊嘉平 | 嘉義縣 永慶高中 | 生科非專-風力機械駁獸 |
| 109/12/08 | 李曉雯 | 南投縣 竹山國中 | 國中組素養導向命題工作坊-自然領域 |
| 109/12/19 | 張英琦 李曉雯 | 高雄市 科工館 | 第36屆科學教育國際學術研討會 |
| 109/12/26 | 李曉雯 | 彰化市 彰師大 | 教師專業學習社群的深化與轉型 |
| 110/02/01 | 莊嘉平 | 南崗國中 | Microbit 進階與 KSB039物聯網應用 |
| 110/03/13 | 莊嘉平 | 旭光高中 | Tello EDU 與 Tello Talent 進階研習 |
| 110/03/16 | 莊嘉平 | 延和國中 | 自然領域共備觀議課 |
| 110/05/04 | 莊嘉平 | 埔里國中 | AI 視覺辨識與 RoboMasterTT 的組合應用 |

4、兩位社群成員不定時至彰化師大與物理教育科教團隊進行研究討論與請益。目前累計八次(2020/9/29、2020/10/13、2020/11/3、2020/11/17、2020/11/27、2020/12/25、2021/03/02、2021/04/20)

(二) 溫度與熱單元教材發展與教學成果

本計畫發展之溫度與熱單元教材總計 4 個主題 11 個活動，並選取三個班級進行教學。擷取教材目錄如圖 3-1 所示

| | |
|-----------------------------------|----|
| 5-1 溫度與溫度計 | 01 |
| 活動一、溫度與溫度計 | 01 |
| 活動二、自製水溫度計 | 02 |
| 活動三、華氏溫標與攝氏溫標 | 03 |
| 5-2 熱量與比熱 | 05 |
| 活動一、探討水溫度上升的因素 | 06 |
| 活動二、探討不同物質受熱後溫度上升的差異 | 10 |
| 活動三、熱平衡 | 14 |
| 5-3 熱傳播 | 16 |
| 活動一、親身體驗 | 16 |
| 活動二、不同物質的熱傳導差異 | 16 |
| 活動二、熱對流 | 19 |
| 活動三、熱輻射 | 23 |
| 5-4 熱對物質的影響 | 25 |
| 活動一、生活中的熱新聞 | 25 |
| 活動二、測量冷熱的溫度計 | 26 |
| 活動三、乒乓球遇到熱情的水 | 26 |
| 活動四、微觀來看物質吸熱、放熱時，分子發生的變化 | 27 |
| 活動五、Homework 回家繼續點燃愛情 | 27 |
| 活動六、烤烤 | 28 |
| 活動七、暖身運動 | 29 |
| 活動八、物質有三態 | 29 |
| 活動九、一起來變態 | 30 |
| 活動十、微觀解釋物質吸熱放熱產生型態轉變時，分子的變化 | 31 |
| 活動十一、熱力大考驗 | 31 |

圖 3-1：溫度與熱教材目錄

教學前、後之科學素養表現如表 3-1 所示，探究能力後測平均為 46.07，較前測平均 40.04 增加 6.029；溝通素養後測平均 51.07，較前測平均 43.07

增加 8.000；合作素養後測平均為 61.43，較前測平均 54.19 增加 7.235。此外，將研究對象之後測平均與前測平均進行成對樣本 t 檢定，如表 3-2 所示，分析結果顯示在探究能力($t=6.039$, $p=.000$)、溝通素養($t=8.046$, $p=.000$)與合作素養($t=6.829$, $p=.000$)等三分量表之後測平均數顯著優於前測平均數。此結果顯示，本計畫所發展的多重表徵融入 5E 探究式策略所發展的科學素養導向教材，能夠有效提升學生之科學素養，包含「探究能力」、「符號運用與溝通表達」和「人際關係與團隊合作」等素養。

表 3-1：

研究對象科學素養量表前、後測描述性統計

| 組別 | | 科學素養前測 | | | 科學素養後測 | | |
|----------------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | | 探究能力 | 溝通素養 | 合作素養 | 探究能力 | 溝通素養 | 合作素養 |
| 研究對象 (N=68) | 平均數 | 40.04 | 43.07 | 54.19 | 46.07 | 51.07 | 61.43 |
| | 標準差 | 8.993 | 11.795 | 12.749 | 9.231 | 12.601 | 12.421 |

表 3-2：

研究對象科學素養量表前、後測得分成對樣本 t 檢定(N=68)

| | | 平均數差 (後測減前測) | 標準差 | t | 自由 度 | 顯著性 (雙尾) |
|------|-----------------|-----------------|-------|-------|---------|-------------|
| 成對 1 | 探究(後測) - 探究(前測) | 6.029 | 8.233 | 6.039 | 67 | .000*** |
| 成對 2 | 溝通(後測) - 溝通(前測) | 8.000 | 8.199 | 8.046 | 67 | .000*** |
| 成對 3 | 合作(後測) - 合作(前測) | 7.235 | 8.737 | 6.829 | 67 | .000*** |

* $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$

(三) 力與壓力單元教材修改與教學成果

針對上一年度發展的力與壓力單元教材，根據先前研究成果予以修改。首先，依據新舊課綱的差異，酌刪虎克定律、靜止液體壓力、帕斯卡原理應用、大氣壓力等涉及計算之內容。其次，在單元與活動標題部分，修改成與課本標題一致，避免學生產生與課本內容不一致的錯覺，也幫助學生聚焦。最後，針對一些比較簡單的概念建立，予以刪減探究活動或簡化活動，以少教師和學生的負擔。例如將原本教材中的「活動一、你受力了嗎」與「活動二、神奇的力量」，簡化為一個活動，並修改標題為「活動一、力的效應與力的形式」，如圖 3-2 所示。

活動一、力的效應與力的形式

前言：老師將手指頭接觸臉頰，請問同學，老師有對我的臉頰施力嗎？如果有，你是如何判斷的呢？另外，有沒有不用接觸就可以產生作用的力存在呢？

任務一、請掃描右圖 QR Code 觀賞短片，並完完下列問題：

- 1、力雖然看不見，但是透過觀察可以看見力對物體產生的影響，這種影響稱為_____。
- 2、力的效應可以歸納為兩大類。第一類為使物體發生_____，如形狀或長度改變；第二類為使物體發生_____，如物體由靜止運動起來，運動中加速、減速或改變方向等。



圖 3-2：力與壓力教材範例

最終修改後，力與壓力單元教材共 4 個主題 15 個活動，篇幅 27 頁，相較於去年度的 40 頁，略為精簡以減少師生負擔，目前兩個班級進行教學中。

| | |
|------------------|----|
| 6-1 力與平衡 | 01 |
| 活動一、力的效應與力的形式 | 01 |
| 活動二、力的圖示與力的單位 | 02 |
| 活動三、力的測量 | 03 |
| 活動四、力的平衡 | 05 |
| 活動五、力的合成 | 06 |
| 6-2 摩擦力 | 07 |
| 活動一、靜摩擦力與最大靜摩擦力 | 07 |
| 活動二、動摩擦力 | 09 |
| 活動三、影響最大靜摩擦力的因素 | 11 |
| 6-3 認識壓力 | 14 |
| 活動一、從海綿的凹陷情形認識壓力 | 14 |
| 活動二、液體中的壓力 | 16 |
| 活動三、液體中壓力大小探討 | 17 |
| 活動四、連通管原理及其應用 | 18 |
| 活動五、帕斯卡原理及其應用 | 19 |
| 活動六、大氣壓力的存在與測量 | 20 |
| 6-4 浮力 | 23 |
| 活動一、認識浮力 | 23 |
| 活動二、阿基米德原理 | 25 |

圖 3-3：力與壓力教材目錄

(四) 辦理科學闖關活動

本計畫之社群除致力於發展融入多重表徵之五E探究式科學素養教材外，也逐漸將社群運作之影響力逐漸拓展到整個自然領域，甚至全校。因此，由以社群為主的幾位老師開始著手辦理校內科學闖關活動，並且邀請自然領域與科技領域的同仁一起參與。

在總計 18 個活動關卡中，有 10 個活動與本計畫發展的兩個單元有關，或者是社群會議中所討論的活動。本次活動則一律由三年級學長姐擔任關主，並且由全二年級進行闖關，其中當然包含本計畫的所有研究對象。總計當天 68 位三年級學生擔任關主，超過兩百位學生闖關。



四、目前完成進度：

- (一) 溫度與熱單元教材發展並進行教學
- (二) 溫度與熱單元教學之科學素養前、後測，及資料收集與分析
- (三) 辦理校內大型科學闖關活動
- (四) 力與壓力單元教材修改

五、預定完成進度：

- (一) 力與壓力單元教學(修正為線上課程)
- (二) 力與壓力單元教學後科學素養測驗
- (三) 完成結案報告

六、討論與建議(含遭遇之困難與解決方法)：

如何在防疫期間，在停課不停學的要求下，在線上進行融入多重表徵之五E探究式教學？

七、參考資料：